

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 03 833 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
F 25 B 43/00
B 60 H 1/32

②1 Aktenzeichen: 199 03 833.3
②2 Anmeldetag: 1. 2. 1999
④3 Offenlegungstag: 3. 8. 2000

DE 199 03 833 A 1

⑦1 Anmelder:
Behr GmbH & Co., 70469 Stuttgart, DE

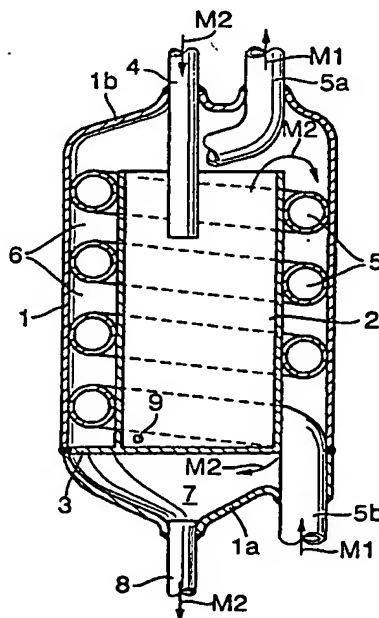
⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

⑦2 Erfinder:
Dienhart, Bernd, Dr., 50935 Köln, DE; Krauss,
Hans-Joachim, 70567 Stuttgart, DE; Mittelstraß,
Hagen, 71149 Bondorf, DE; Staffa, Karl-Heinz,
70567 Stuttgart, DE; Walter, Christoph, 70376
Stuttgart, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 196 35 454 A1
DE 31 27 317 A1
DE 31 19 440 A1
DE-OS 14 51 001
DE 93 03 177 U1
US 39 55 375

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit
⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf eine integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit mit einem Sammlergehäuse (1), in dem sich ein Sammelraum (2) und eine Wärmeübertragereinheit mit zwei getrennten, in Wärmekontakt stehenden Wärmeübertragerkanälen (5, 6) befinden, wobei der eine Wärmeübertragerkanal (5) Teil eines von einem Gehäusseintritt zu einem Gehäuseaustritt im Sammlergehäuse verlaufenden, ersten Strömungskanals ist und einen wendelförmigen Verlauf besitzt und der andere, zweite Wärmeübertragerkanal (6) Teil eines zwischen dem Sammelraum und einem Gehäuseanschluß verlaufenden, zweiten Strömungskanals ist. Erfindungsgemäß besitzt auch der zweite Wärmeübertragerkanal (6) einen wendelförmigen Verlauf, wobei seine Windungen jeweils mit wenigstens einer angrenzenden Windung des ersten Wärmeübertragerkanals (5) in Wärmekontakt stehen.
Verwendung z. B. in Kraftfahrzeug-Klimaanlagen.



DE 199 03 833 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Baueinheiten sind insbesondere in Klimaanlage von Kraftfahrzeugen, wie CO₂-Klimaanlagen, verwendbar, um dort jeweils einen Sammler und einen inneren Wärmeübertrager des Kältemittelkreislaufs in einer integrierten Anordnung bereitzustellen.

Eine gattungsgemäße integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit ist in der Patentschrift US 3.955.375 offenbart. Die dort gezeigte Baueinheit ist Teil einer Klimaanlage, wobei der Sammlerteil der Baueinheit zwischen der Austrittsseite eines Verdampfers und der Eintrittsseite eines Kompressors liegt und ihre Wärmeübertragereinheit einen inneren Wärmeübertrager zwischen dem im Sammelraum befindlichen, niederdruckseitigen Kältemittel einerseits und dem hochdruckseitigen Kältemittel vor der Verdampfer-Eintrittsseite andererseits bildet. Das Kältemittel gelangt über einen seitlichen Einlaß im oberen Sammelraumbereich in den Sammelraum und wird aus diesem über eine oberseitige Sammelraumöffnung abgesaugt. Gleichzeitig wird Öl, das sich im unteren Sammelraumbereich abgesetzt hat, über eine von dort nach oben aus dem Sammelraum herausführende Ölabsaugleitung mitgesaugt. Die integrierte Wärmeübertragereinheit ist von einer im Sammlergehäuse und damit im Sammelraum angeordneten Rohrwendel gebildet, wobei beide Rohrenden an der Gehäuseunterseite aus dem Sammelraum herausgeführt sind und dort in seitlich eingebrachte Anschlußöffnungen eines Anschlußblocks münden.

Bei einer in der Offenlegungsschrift DE 196 35 454 A1 offenbarten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit ist die Wärmeübertragereinheit von einer oder mehreren Flachrohrspiralen mit voneinander beabstandeten Windungen gebildet, wobei das Flachrohrinnere einen ersten und der Rohrspiralenzwischenraum einen damit in Wärmekontakt stehenden zweiten Wärmeübertragerkanal der Wärmeübertragereinheit bilden.

Aus der Patentschrift US 4.895.203 ist ein insbesondere zur Brauchwassererwärmung durch ein Kühlmittel eines Kraftfahrzeugmotors verwendeter Zweifluid-Wärmeübertrager bekannt, der ein zylindrisches Außengehäuse, einen in dessen Innerem koaxial angeordneten Hohlzylinder und eine fluiddicht zwischen dem Hohlzylinder und dem Außengehäuse verlaufende Rohrwendel mit in Axialrichtung voneinander beabstandeten Windungen aufweist. Die Rohrwendel bildet den Wärmeübertragerkanal für das eine Fluid, während der Wendelzwischenraum zwischen den Wendelwindungen als wendelförmiger Wärmeübertragerkanal für das andere Fluid fungiert.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung einer integrierten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit der eingangs genannten Art zugrunde, die einen vergleichsweise einfachen Aufbau besitzt, mit relativ geringem Aufwand herstellbar ist und eine kompakte Integration der Wärmeübertragereinheit in einem Sammlergehäuse mit gutem Wärmeübertragungswirkungsgrad realisiert.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung einer integrierten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei dieser Baueinheit besitzen charakteristischerweise beide Wärmeübertragerkanäle der Wärmeübertragereinheit einen wendelförmigen Verlauf derart, daß die Windungen des einen Kanals jeweils mit wenigstens einer angrenzenden Windung des anderen Kanals in Wärmekontakt stehen. Dadurch stehen die getrennt voneinander durch die beiden Wärmeübertragerkanäle strömenden Wärmeübertragungsmedien über die gesamte, gewundene Kanallänge miteinander in Wärme-

übertragungsverbindung. Da durch die Wendelung diese Strömungskanallänge deutlich größer sein kann als die Außenabmessungen der Wärmeübertragereinheit, läßt sich die Wärmeübertragereinheit bei gegebener, geforderter Wärmeübertragungsleistung vergleichsweise kompakt im Sammlergehäuse unterbringen. Gleichzeitig ist der Aufbau der Wärmeübertragereinheit aus zwei in Wärmekontakt stehenden, wendelförmigen Wärmeübertragerkanälen relativ einfach und kann mit geringem Aufwand gefertigt werden. Dabei ist es insbesondere möglich, die integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit insgesamt als reine Schweißkonstruktion aufzubauen, ohne zusätzlich Lötverbindungen zu benötigen.

Bei einer nach Anspruch 2 weitergebildeten Baueinheit ist der Sammelraum von einem im Inneren des Sammlergehäuses angeordneten Sammelraum gebildet, und die Wärmeübertragereinheit ist sehr einfach durch eine Rohrwendel realisiert, die mit axial beabstandeten Windungen abdichtend radial zwischen Sammlergehäuseinnenwand und Sammelbehälteraußenwand eingebracht ist. Während das Rohrinnere dieser Rohrwendel den einen Wärmeübertragerkanal bildet, fungiert der Wendelzwischenraum zwischen den beabstandeten Windungen der Rohrwendel als der andere Wärmeübertragerkanal. Die so aufgebaute Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit läßt sich mit wenigen, einfachen Bauteilen fertigen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist gemäß Anspruch 3 der Sammelbehälter oben offen, und der zugehörige, vom Sammelbehälter zur Gehäuseaußenseite führende Strömungskanal verläuft vom oben offenen Sammelbehälterbereich über den entsprechenden wendelförmigen Wärmeübertragerkanal nach unten bis mindestens zum unteren Sammelbehälterbereich, wo er mit einer oder mehreren, in den Sammelbehälter eingebrachten Öl-absaugbohrungen in Verbindung steht. Unter dem Begriff "Ölabsaugbohrung" ist dabei vorliegend jegliche feine Öffnung zu verstehen, durch die ein vom eigentlichen Wärmeübertragungsmedium mitgeführtes, demgegenüber deutlich viskoseres Fluid mitgerissen wird, bei dem es sich um Öl handeln kann, aber nicht muß. Beim Einsatz in Klimaanlage handelt es sich meist um vom Kältemittel mitgerissenes Schmieröl für den Kompressor. Über die Ölabsaugbohrungen kann dieses in kontrollierter Weise vom aus dem Sammelbehälter abgesaugten Kältemittel wieder mitgerissen werden, nachdem es sich zuvor im Sammelbehälter unten abgesetzt hat.

In einer weiteren Ausgestaltung ist gemäß Anspruch 4 eine Steigerung des Wärmeübertragungsvermögens dadurch vorgesehen, daß die Sammelbehälteraußenwand eine an die Wärmeübertrager-Rohrwendel angepaßte Profilierung aufweist, so daß eine wärmeübertragungssteigernde, flächige und nicht nur linienförmige Anlage der Rohrwendel an der Sammelbehälteraußenwand gegeben ist. In einer ebenfalls wärmeübertragungssteigernden Ausgestaltung ist gemäß Anspruch 5 die Wärmeübertrager-Rohrwendel mit einer außenseitigen, oberflächenvergrößernden Profilierung versehen.

Bei einer nach Anspruch 6 weitergebildeten Baueinheit ist die Wärmeübertragereinheit von einer Koaxialrohrwendel gebildet, bei der ein radial innerer und ein radial äußerer Kanal die beiden Wärmeübertragerkanäle darstellen. Auch diese Baueinheit läßt sich einfach und mit wenigen Bauteilen fertigen. Insbesondere kann in diesem Fall das Sammlergehäuse gleichzeitig die Begrenzung des Sammelraums bilden, in dem dann die Koaxialrohrwendel liegt.

Bei einer nach Anspruch 7 weitergebildeten Baueinheit befinden sich beide gehäuseseitigen Anschlußstellen des durchgehenden, nicht im Sammelraum endenden, ersten Strömungskanals auf einer gemeinsamen, vorzugsweise ei-

dem Endbereich der wendelförmigen Wärmeübertragerkanäle zugewandten Gehäuseseite, und der Strömungskanal ist mit einem geradlinigen Rohrabchnitt im Sammlergehäuse zum gegenüberliegenden Wärmeübertragerkanal-Endbereich geführt. Analog können bei Bedarf auch für das im Sammelraum zwischenzuspeichernde Wärmeübertragungsmedium der gehäuseseitige Eintritt und Austritt auf dieser Gehäuseseite vorgesehen sein, so daß alle Anschlüsse für die integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit von einer Seite zugänglich sind.

Bei einer nach Anspruch 8 weitergebildeten Baueinheit geht die Koaxialrohrwendel im einen Endbereich in einen U-förmigen Koaxialrohrabschnitt über, der radial innerhalb des Wendelbereichs liegt und mit dem sich die wärmeübertragungswirksame Strömungslänge ohne Vergrößerung der Baueinheit selbst weiter steigern läßt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 9 ist die Koaxialrohrwendel im Sammelraum angeordnet und an einem Ende mit ihrem radial äußeren Kanal so verkürzt, daß dessen Mündungsende im oberen Sammelraumbereich liegt, während der radial innere Kanal zur Gehäuseaußen-seite weitergeführt ist. In weiterer Ausgestaltung dieser Maßnahme ist gemäß Anspruch 10 die Koaxialrohrwendel in einem unteren Sammelraumbereich mit einer oder mehreren Ölabsaugbohrungen versehen, die ihren radial äußeren Kanal mit dem unteren Sammelraumbereich verbinden, in welchem sich das vom eigentlichen Wärmeübertragungsmedium mitgerissene, viskosere Fluid absetzt.

Bei einer nach Anspruch 11 weitergebildeten Baueinheit sind Sammelraumzufuhrmittel vorgesehen, die das im Sammelraum zwischenzuspeichernde Wärmeübertragungsmedium diesem mit einer tangentialen Strömungskomponente zuführen. Die dadurch bewirkte rotierende Zuflußströmung in den Sammelraum erleichtert die erwünschte Trennung von eigentlichem Wärmeübertragungsmedium und dem von ihm mitgerissenen, viskoseren Fluid.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Längsschnittansicht durch eine integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit mit auf einem planen Zwischenboden aufsitzendem Sammelraumbehälter und umgebender Wärmeübertragerrohrwendel,

Fig. 2 eine Ansicht entsprechend Fig. 1, jedoch für eine Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit mit nach unten gewölbtem Zwischenboden,

Fig. 3 eine ausschnittsweise Schnittansicht durch eine Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit entsprechend den Fig. 1 und 2, jedoch mit profilierter Sammelbehälterwand,

Fig. 4 eine Querschnittansicht durch eine statt der unprofilierten Wärmeübertragerrohrwendel der Fig. 1 bis 3 verwendbare profilierte Rohrwendel,

Fig. 5 eine Ansicht entsprechend Fig. 1, jedoch für eine Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit ohne Zwischenboden,

Fig. 6 eine Längsschnittansicht einer integrierten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit mit Koaxialrohrwendel und beidseitigen Anschlüssen,

Fig. 7 bis 9 Querschnittsansichten verschiedener, in der Baueinheit von Fig. 6 verwendbarer Koaxialrohrwendeln,

Fig. 10 eine Schnittansicht entsprechend Fig. 6, jedoch für eine Baueinheit mit nur einer Anschlußseite,

Fig. 11 eine schematische Draufsicht auf die Anschlußseite der Baueinheit von Fig. 10 und

Fig. 12 eine Schnittansicht entsprechend Fig. 6, jedoch für eine Baueinheit mit U-förmigem Koaxialrohrabschnitt.

Die in Fig. 1 dargestellte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit beinhaltet im Inneren eines Sammlergehäuses 1

einen als Sammelraum fungierenden, zylindrischen Sammelbehälter 2, der auf einem Zwischenboden 3 aufsitzt. Zwischen den Sammelbehälter 2 und das Sammlergehäuse 1 ist eine Rohrwendel 5 eingebracht, deren Windungen in Axialrichtung voneinander beabstandet sind und radial innen fluiddicht gegen die Sammelbehälteraußenwand sowie radial außen fluiddicht gegen die Sammlergehäuseinnenwand anliegen. Auf diese Weise ist ein korrespondierender wendelförmiger Zwischenraum 6 gebildet, der axial von je zwei benachbarten Rohrwendelwindungen, radial nach innen von der Sammelbehälterwand und radial nach außen von der Sammlergehäusewand begrenzt wird. Die Rohrwendel 5 endet an der oberen Gehäuseseite mit einem aus dem Gehäuse 1 herausgeführten Austrittsstutzen 5a und an der unteren Gehäuseseite mit einem Eintrittsstutzen 5b, der durch den Zwischenboden 3 und eine Bodenwand 1a des Sammlergehäuses 1 hindurchgeführt ist. Während der Eintrittsstutzen 5b durch die Gehäusebodenwand 1a fluiddicht geführt ist, ist im Zwischenboden 3 ein gegenüber dem Eintrittsstutzen 5b größerer, nicht näher gezeigter Durchlaß vorgesehen, über den der Wendelzwischenraum 6 mit einem vom Zwischenboden 3 und der Gehäusebodenwand 1a begrenzten Abzugsraum 7 in Fluidverbindung steht. Vom Abzugsraum 7 führt ein Austrittsstutzen 8 aus dem Sammlergehäuse 1 heraus. Über einen weiteren Durchbruch an der Gehäuseoberseite 1b ist ein Eintrittsstutzen 4 eingebracht, der in den oben offenen Sammelbehälter 2 mündet.

Auf diese Weise bilden das im Sammelbehälterbereich wendelförmige Rohr 5 einerseits und der Wendelzwischenraum 6 zusammen mit der oberen Sammelbehälterraum-mündung und dem Abzugsraum 7 andererseits einen ersten bzw. zweiten Strömungskanal, wobei die beiden Strömungskanäle entlang ihrer wendelförmigen Abschnitte, d. h. entlang der Rohrwendel 5 und des Wendelzwischenraums 6, miteinander in Wärmekontakt stehen und so einen ersten bzw. zweiten Wärmeübertragerkanal einer in das Sammlergehäuse 1 integrierten Wärmeübertragereinheit bilden.

Im Betrieb wird ein erstes Wärmeübertragungsmedium M1 durch den durchgehend vom Eintrittsstutzen 5b zum Austrittsstutzen 5a im Sammlergehäuse 1 verlaufenden Rohr-Strömungskanal hindurchgeführt, der im wärmeübertragungsaktiven Bereich aus der Rohrwendel 5 besteht. Ein mit dem ersten in Wärmekontakt zu bringendes, zweites Wärmeübertragungsmedium M2 gelangt über den Eintrittsstutzen 4 in den Sammelbehälter 2 und wird dort zwischengespeichert. Es kann von dort im dampfförmigen Zustand oben aus dem Sammelbehälter 2 wieder abgezogen werden, wobei es entlang des Wendelzwischenraums 6 nach unten strömt, dann in den Abzugsraum 7 gelangt und von dort über den Austrittsstutzen 8 abgezogen wird. Entlang des vom Wendelzwischenraum 6 gebildeten, wendelförmigen Strömungsweges steht das zweite Wärmeübertragungsmedium M2 dabei über die aus gut wärmeleitfähigem Material gefertigte Wandung der Rohrwendel 5 mit dem durch die Rohrwendel 5 hindurchgeleiteten ersten Wärmeübertragungsmedium M1 in Gegenstrom-Wärmekontakt.

Wenn vom in den Sammelbehälter 2 eingeleiteten, zweiten Wärmeübertragungsmedium M2 ein viskoseres Fluid mitgerissen wird, setzt sich dieses am Boden des Sammelbehälters 2 ab. Um es von dort mit dem aus dem Sammlergehäuse 1 abgezogenen Strom des zweiten Wärmeübertragungsmediums M2 wieder mitreißen zu können, sind im unteren Bereich der Sammelbehälterseitenwand eine oder mehrere Ölabsaugbohrungen 9 vorgesehen, die so dimensioniert sind, daß das viskosere Fluid abhängig von der Saugwirkung in einem gewissen, gewünschten Maß aus dem Sammelbehälter 2 abgesaugt wird.

Die so aufgebaute Sammler-Wärmeübertrager-Bauein-

heit kann insbesondere für den Kältemittelkreislauf einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage verwendet werden, in der CO₂ oder ein anderes herkömmliches Kältemittel eingesetzt wird. Die in den Sammler integrierte Wärmeübertragereinheit 5, 6 fungiert hierbei als innerer Wärmeübertrager zwischen dem auf der Hochdruckseite des Kältemittelkreislaufs strömenden Kältemittel, das in diesem Fall das erste Wärmeübertragungsmedium M1 darstellt, und dem auf der Niederdruckseite strömenden Kältemittel, das in diesem Fall das zweite Wärmeübertragungsmedium M2 repräsentiert. Niederdruckseitig schließt der Sammlerteil der Baueinheit mit dem Sammelbehälter 2 an einen Verdampfer an und geht in den inneren Wärmeübertrager 5, 6 über, während letzterer hochdruckseitig zwischen einem Kondensator oder Gaskühler und einem Expansionsventil liegt.

Somit gelangt das vom Verdampfer kommende Kältemittel über den Eintrittsstutzen 4 in den Sammelbehälter 2. Vom eintretenden Kältemittel mitgerissenes Kompressor-schmieröl setzt sich am Sammelbehälterboden ab. Im Sammelbehälter 2 befindet sich das zwischengespeicherte Kältemittel im unteren Bereich über dem abgesetzten Öl im flüssigen und im oberen Bereich im gasförmigen Zustand. Durch die Saugwirkung des Kompressors wird gasförmiges Kältemittel von oben aus dem Sammelbehälter 2 abgezogen, strömt wendelförmig durch den Wendelzwischenraum 6 nach unten in den Abzugsraum 7, wobei es über die Ölabsaugbohrungen 9 eine gewisse Schmierölmenge wieder mitreißt, und verläßt über den Austrittsstutzen 8 das Sammlergehäuse 1 in Richtung Kompressor. Im Gegenstrom hierzu wird das hochdruckseitige, vom Gaskühler oder Kondensator kommende Kältemittel über den Eintrittsstutzen 5b in die Rohrwendel 5 eingeleitet, strömt dort wendelförmig in der Rohrwendel 5 nach oben in Wärmeübertragungsverbindung mit dem durch den Wendelzwischenraum 6 nach unten strömenden, niederdruckseitigen Kältemittel und verläßt dann das Sammlergehäuse 1 über den Austrittsstutzen 5a.

Es versteht sich, daß je nach Anwendungsfall das erste Wärmeübertragungsmedium M1 auch in der gegenüber der gezeigten umgekehrten Richtung durch den zugehörigen ersten Strömungskanal hindurchgeleitet werden kann, wobei es dann durch die Rohrwendel 5 nach unten im Gleichstrom zum zweiten Wärmeübertragungsmedium M2 im Wendelzwischenraum 6 strömt, d. h. die integrierte Wärmeübertragereinheit arbeitet in diesem Fall nach dem Gleichstromprinzip.

Fig. 2 zeigt eine Variante der Baueinheit von Fig. 1, die sich von dieser nur in der Zwischenbodengestaltung unterscheidet, wobei kein planarer, sondern ein nach unten gewölbter Zwischenboden 3a den Sammelbehälter 2 unten abschließt. Im übrigen sind für die sich entsprechenden Elemente gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 1 gewählt, so daß insoweit auf die obige Beschreibung zu Fig. 1 verwiesen werden kann. Beim Beispiel von Fig. 2 ist statt oder zusätzlich zu der oder den seitlichen Ölabsaugbohrungen 9 eine Ölabsaugbohrung 9a in den Zwischenboden 3a an dessen tiefster Stelle eingebracht. Über diese kann im unteren Bereich des Sammelbehälters 2 zwischengespeichertes Kompressor-schmieröl in einer gewissen, gewünschten Menge in den Abzugsraum 7 abgesaugt und dort von dem zum Kompressor gesaugten Kältemittel M2 mitgerissen werden. Die nach unten gewölbte Zwischenbodengestaltung erlaubt über die an der tiefsten Stelle eingebrachte Ölabsaugbohrung 9a ein Mitreißen von Öl zum Kompressor schon dann, wenn sich im Sammelbehälter 2 erst wenig Öl angesammelt hat.

Fig. 3 zeigt in einer ausschnittweisen Schnittansicht eine weitere Variante der Baueinheit gemäß den Fig. 1 oder 2, wobei lediglich der wärmeübertragungsaktive, modifizierte Bereich gezeigt ist, während die Baueinheit im übrigen mit

derjenigen von Fig. 1 oder 2 übereinstimmt. Bei der Baueinheit von Fig. 3 ist zur Bildung des Sammelraums ein Sammelbehälter 2a vorgesehen, der eine zur Rohrwendel 5 konform profilierte Seitenwand aufweist. Dadurch liegen die Windungen der Rohrwendel 5 auf ihrer radialen Innenseite nicht nur linienförmig, sondern flächig gegen die Sammelbehälteraußenwand an, was zum einen die wenigstens nicht zwingend notwendige, so doch im allgemeinen wünschenswerte Fluidität dieser Verbindung erleichtert und zum anderen eine verbesserte Wärmeübertragung zwischen dem im Sammelbehälter 2a zwischengespeicherten und aus diesem abgezogenen Wärmeübertragungsmedium einerseits und dem durch die Rohrwendel 5 hindurchgeleiteten Wärmeübertragungsmedium andererseits ermöglicht. Zusätzlich oder alternativ zu dieser Profilierung der Sammelbehälter-seitenwand kann eine außenseitige Profilierung der Rohrwendel vorgesehen sein, um deren wärmeübertragende Oberfläche zu erhöhen. Fig. 4 zeigt ein Beispiel einer solchen außenseitig oberflächenvergrößert profilierten Rohrwendel 5a. Die vergrößerte wärmeübertragende Oberfläche läßt zudem eine höhere Strömungsgeschwindigkeit der Wärmeübertragungsmedien ohne Verringerung der Wärmeübertragungsleistung zu.

Fig. 5 zeigt eine weitere Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit, die gegenüber denjenigen von Fig. 1 und 2 dahingehend modifiziert ist, daß kein Zwischenboden vorgesehen ist. Soweit funktionell entsprechende Elemente vorhanden sind, sind diese mit gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 versehen, so daß zu deren Beschreibung auf diejenige von Fig. 1 verwiesen werden kann. Der Sammelbehälter 2 sitzt in diesem Beispiel direkt auf einem ebenen Boden 1c eines insoweit modifizierten Sammlergehäuses 1' auf. Durch eine erste Bohrung im Gehäuseboden 1c ist der Eintrittsstutzen 5b für die Rohrwendel 5 durchgeführt, während der Austrittsstutzen 8 für das zweite Wärmeübertragungsmedium M2 in eine zweite Bohrung des Bodens 1c eingesetzt ist und in den unteren Endbereich des Wendelzwischenraums 6 mündet, mit dem außerdem die eine oder mehreren, in die Sammelbehälterseitenwand eingebrachten Ölabsaugbohrungen 9 in Verbindung stehen.

Fig. 6 zeigt eine integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit, bei der ein Sammlergehäuse 10 vorgesehen ist, das unter Wegfall eines eigenständigen Sammelbehälters einen innenliegenden Sammelraum 11 begrenzt. In diesem Sammelraum 11 liegt eine Koaxialrohrwendel 12, die einen radial inneren Kanal 12a und einen radial äußeren Kanal 12b beinhaltet. Durch beidseitig spanabhebende Bearbeitung ist die Koaxialrohrwendel 12 an ihren beiden, zu einem Eintrittsstutzen 12c und einem Austrittsstutzen 12d umgebogenen Endabschnitten in ihrem radial äußeren Kanal 12b so verkürzt, daß dieser jeweils noch innerhalb des Sammlergehäuses 10 ausmündet, während der radial innere Kanal 12a beidseitig aus dem Sammlergehäuse 10 herausgeführt ist. Am unteren Ende mündet dabei der äußere Koaxialrohrkanal 12b in einen vom darüberliegenden Sammelraum 11 durch einen Zwischenboden 12 abgeteilten Abzugsraum 14, der nach unten von einem Gehäuseboden 10a begrenzt ist, in den ein Auslaßstutzen 15 eingebracht ist.

Somit bildet der innere Koaxialrohrkanal 12a den Strömungskanal für das erste Wärmeübertragungsmedium M1, während der äußere Koaxialrohrkanal 12b den Strömungskanal für das zweite Wärmeübertragungsmedium M2 bildet und entlang seines ganzen, gewendelten Strömungsverlaufs mit dem radial inneren Strömungskanal 12a in Wärmekontakt steht. Dazu ist das Koaxialrohr aus einem hoch wärmeleitfähigen Material gefertigt. Die Koaxialrohrwendel 12 bildet somit in diesem Beispiel die in das Sammlergehäuse 10 integrierte Wärmeübertragereinheit, in der die beiden

Wärmeübertragungsmedien M1, M2 vorzugsweise im Gegenstrom, alternativ im Gleichstrom, miteinander in wärmeübertragender Verbindung stehen.

Das zweite Wärmeübertragungsmedium M2 wird über einen seitlichen Einlaß 16 in den Sammelraum 11 eingeleitet. Alternativ zu dieser seitlichen Zuführung kann das zweite Wärmeübertragungsmedium M2 auch, wie gestrichelt angedeutet, über einen an der Gehäuseoberseite vorgesehenen Eintrittsstutzen 16a in den Sammelraum 11 eingeleitet werden. Ein von ihm eventuell mitgerissenes, viskoses Fluid, wie Schmieröl, setzt sich auf dem Zwischenboden 13 ab. In diesem unteren Sammelraumbereich ist das Koaxialrohr mit einer oder mehreren Ölabsaugbohrungen 17 versehen, über die angesammeltes viskoses Fluid in gewünschter Menge vom im äußeren Koaxialrohrkanal 12b strömenden, aus dem Sammelraum 11 abgezogenen zweiten Wärmeübertragungsmedium M2 mitgerissen werden kann. Das zweite Wärmeübertragungsmedium M2 wird hierbei in vorzugsweise dampf- oder gasförmigem Zustand im oberen Sammelraumbereich in den äußeren Koaxialrohrkanal 12b eingesaugt und verläßt diesen an seinem gegenüberliegenden, unteren Ende, von wo es dann in den Abzugsraum 14 und von dort aus dem Sammlergehäuse 10 heraus gelangt.

Die Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit von Fig. 6 ist in analoger Weise mit denselben Eigenschaften und Vorteilen z. B. für eine Kraftfahrzeug-Klimaanlage verwendbar, wie dies zu den oben beschriebenen Beispielen der Fig. 1 bis 5 angegeben ist.

Die Fig. 7 bis 9 zeigen im Querschnitt mögliche Bauformen des Koaxialrohrs von Fig. 6. Speziell zeigt Fig. 7 ein komplett extrudiert gefertigtes Koaxialrohr 18 mit einteiligem Innenkanal 12a und einem aus mehreren parallelen, in Umfangsrichtung beabstandeten Kanalzweigen bestehenden Außenkanal 12b.

Fig. 8 zeigt ein Koaxialrohr 19, das zweiteilig aus einem dickwandigen Hochdruckrohr 19a und einem dünnwandigen Hüllrohr 19b gefertigt ist. Das Hochdruckrohr 19a beinhaltet den Innenkanal 12a und ist außenseitig mit Abstandsrippen 20 versehen, die vorzugsweise fluiddicht gegen die Innenfläche des Hüllrohres 19b anliegen, so daß ein wiederum aus mehreren parallelen Zweigen bestehender Außenkanal 12b gebildet ist. Das in Fig. 9 gezeigte Koaxialrohr 21 besteht aus einem dünnwandigen, innen mit axial verlaufenden Abstandsstegen 22 versehenen Hüllrohr 21b und einem innenliegenden Hochdruckrohr 21a, das den inneren Strömungskanal 12a bildet. Die Abstandsstege 22 liegen vorzugsweise fluiddicht gegen das Hochdruckrohr 21a an, so daß wiederum mehrere parallele, den äußeren Strömungskanal 12b bildende Kanalzweige gebildet sind.

Während beim Koaxialrohr 18 von Fig. 7 die beidseitige Verkürzung des äußeren Kanals 12b gegenüber dem inneren Kanal 12a, wie erwähnt, durch spanabhebende Bearbeitung erfolgen kann, ist dies bei den Koaxialrohren 19, 21 der Fig. 8 und 9 alternativ dadurch realisierbar, daß ein gegenüber dem inneren Hochdruckrohr entsprechend kürzeres, äußeres Hüllrohr verwendet wird.

Fig. 10 zeigt eine Variante der Baueinheit von Fig. 6, wobei wiederum funktionell gleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind und insoweit auf die Beschreibung von Fig. 6 verwiesen wird; Bei der integrierten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit von Fig. 10 sind charakteristischerweise alle vier Ein- und Austrittsstutzen zum Ein- und Ausleiten der beiden Wärmeübertragungsmedien M1, M2 in bzw. aus dem Sammlergehäuse 10 gemeinsam an dessen Oberseite 10b vorgesehen. In Abänderung der Gestaltung von Fig. 6 ist dabei der innere Koaxialrohrkanal 12a an seinem unteren Ende im Abzugsraum 14 umgebogen und durch einen geradlinigen, durch den Zwischenboden 13 und

den Sammelraum 11 hindurchführenden Eintrittsstutzen 23 zur Gehäuseoberseite 10b geführt. Des weiteren ist in die Gehäuseoberseite 10b ein den Sammelraum 11 und den Zwischenboden 13 bis zum Abzugsraum 14 durchdringender, geradliniger Absaugstutzen 24 eingebracht, über den das aus dem Sammelraum 11 und durch den gewendelten äußeren Koaxialrohrkanal 12b in den Abzugsraum 14 gelangende zweite Wärmeübertragungsmedium M2 nach oben durch das Sammlergehäuse 10 hindurch abgezogen wird.

Die Zuführung des zweiten Wärmeübertragungsmediums M2 zum Sammelraum 11 erfolgt über einen ebenfalls in die Gehäuseoberseite 10b eingefügten Eintrittsstutzen 25, der sammelraumseitig mit einem tangentialen Krümmungsbogen 25a endet. Das dadurch bewirkte tangentiale Zuführen des zweiten Wärmeübertragungsmediums M2, z. B. von niederdruckseitigem Kältemittel einer Klimaanlage, in den Sammelraum 11 erweist sich als vorteilhaft, da die so entstehende, rotierende Strömung z. B. eine erwünschte Trennung von Kältemittel und mitgerissenem Öl aufgrund von deren unterschiedlichen Dichten zur Folge hat. Die Baueinheit von Fig. 10 eignet sich insbesondere für Anwendungsfälle, bei denen es wünschenswert oder erforderlich ist, auf alle Anschlüsse der integrierten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit von einer Seite her zugreifen zu können. Fig. 11 zeigt eine Draufsicht auf die gemeinsame Anschlußseite der Baueinheit von Fig. 10 mit dem Eintrittsstutzen 23 und dem Austrittsstutzen 26 für das erste Wärmeübertragungsmedium M1 sowie dem Eintrittsstutzen 25 und dem Austrittsstutzen 24 für das zweite Wärmeübertragungsmedium M2. Im übrigen gelten für diese Baueinheit die zu den obigen Ausführungsbeispielen angegebenen Eigenschaften und Vorteile entsprechend.

Fig. 12 zeigt eine weitere Variante der Baueinheit von Fig. 6, wobei wiederum für funktionell gleiche Elemente dieselben Bezugszeichen verwendet sind und insoweit auf die obige Beschreibung von Fig. 6 verwiesen wird. In Abänderung der Gestaltung von Fig. 6 ist bei der integrierten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit von Fig. 12 das verwendete Koaxialrohr im Anschluß an seinen wärmeübertragungsaktiven Wendelbereich 12 an einem oberen Ende zu einem U-förmigen Koaxialrohrabschnitt 27 umgebogen, der in den unteren Sammelraumbereich zurück und von dort wieder nach oben durch das Sammlergehäuse 10 herausgeführt ist. Am tiefsten Punkt des radial innerhalb des Wendelbereichs 12 liegenden U-Bogens ist wiederum eine Ölabsaugbohrung 28 vorgesehen, die den unteren Sammelraumbereich mit dem äußeren Koaxialrohrkanal 12b verbindet. Der U-förmige Koaxialrohrabschnitt 27 erhöht entsprechend seiner Länge die wärmeübertragungsaktive Strömungslänge der vom Koaxialrohr gebildeten, integrierten Wärmeübertragereinheit.

Wie die oben erläuterten Beispiele zeigen, stellt die Erfindung eine integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit zur Verfügung, bei der mit wenigen Bauteilen in kompakter Bauweise mit geringem Aufwand ein Sammler und ein Wärmeübertrager in einer gemeinsamen Baueinheit integriert sind. Insbesondere läßt sich die Baueinheit allein durch Schweißverbindungen fertigen, ohne daß zusätzlich Lötverbindungen nötig sind. Dementsprechend gibt es in diesem Fall auch keine Probleme, daß überschüssiges Flußmittel und Lot im Betrieb abplatzt und zu Betriebsstörungen beispielsweise in einem Kältemittelkreislauf führt, so daß vorliegend eine hohe Innenreinheit der Strömungskanäle gegeben ist.

Die erfindungsgemäße integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit ist ganz besonders für den Einsatz in Kraftfahrzeug-Klimaanlagen geeignet, speziell auch für solche mit dem Kältemittel CO₂. Die Wärmeübertragereinheit

bildet hier einen in den niederdruckseitigen Sammler integrierten inneren Wärmeübertrager. Das hochdruckseitige Kältemittel wird geschlossen in einem auf entsprechend hohen Druck ausgelegten Rohr durch das Sammlergehäuse geführt, so daß keine Löt- oder Schweißverbindung der Baueinheit mit dem hochdruckseitigen Kältemitteldruck belastet ist. Das Sammlergehäuse ist dann lediglich mit dem niederdruckseitigen Kältemitteldruck belastet und kann daher mit relativ geringer Wandstärke ausgeführt sein. Durch die zwangsweise wendelförmige Strömungsführung für beide Wärmeübertragungsmedien in der Wärmeübertragereinheit ergibt sich eine bei gegebener, kompakter Bauweise hohe Wärmeübertragungsleistung, die durch Gegenstromführung der beiden Medien zusätzlich gesteigert werden kann. Durch Profilierung der Rohrwendel und/oder eines eventuellen Sammelbehälters kann die Wärmeübertragungsleistung weiter verbessert werden. Für die kompakte Bauform ist des weiteren von Vorteil, daß für die Wärmeübertragereinheit im wesentlichen das gesamte Sammlergehäuse genutzt werden kann. Der eventuell vorgesehene Zwischenboden kann recht dünn sein, da auf beiden Seiten ein ähnlicher Druck herrscht. Das durch den Zwischenboden durchgeführte Rohrstück braucht aus diesem Grund auch nicht zwingend mit dem Zwischenboden verschweißt sein, es genügt gegebenenfalls ein bloßes Durchstecken.

Insgesamt läßt sich die Baueinheit mit geringem Gewicht fertigen. Undichtigkeiten nach außen können auf einfache Weise von außen behoben werden. Undichtigkeiten zwischen Hoch- und Niederdruckseite an Verbindungsstellen können im Sammlergehäuse, wie gesagt, konstruktionsbedingt nicht auftreten. Wie an den verschiedenen obigen Beispielen zudem deutlich wird, können die Ein- und Auslaßanschlüsse an praktisch jede gewünschte Stelle des Sammlergehäuses gelegt werden, so daß den im jeweiligen Anwendungsfall vorliegenden Bedingungen gut Rechnung getragen werden kann.

Patentsprüche

1. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit, insbesondere für eine Kraftfahrzeug-Klimaanlage, mit
 - einem Sammlergehäuse (1), in dem sich ein Sammelraum (2) und eine Wärmeübertragereinheit (5, 6) mit zwei getrennten, in Wärmekontakt stehenden Wärmeübertragerkanälen befinden, wobei
 - ein erster Wärmeübertragerkanal (5) Teil eines von einem Gehäuseeintritt (5b) zu einem Gehäuseaustritt (5a) im Sammlergehäuse verlaufenden, ersten Strömungskanal ist und einen wendelförmigen Verlauf besitzt und der zweite Wärmeübertragerkanal (6) Teil eines zwischen dem Sammelraum (2) und einem Gehäuseanschluß (8) verlaufenden, zweiten Strömungskanal ist,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 - auch der zweite Wärmeübertragerkanal (6) einen wendelförmigen Verlauf besitzt und seine Windungen jeweils mit wenigstens einer angrenzenden Windung des ersten Wärmeübertragerkanals (5) in Wärmekontakt stehen.
2. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß
 - der Sammelraum (2) von einem im Inneren des Sammlergehäuses (1) angeordneten Sammelbehälter (2) gebildet ist,
 - der eine Wärmeübertragerkanal von einer den Sammelbehälter umgebenden Wärmeübertrager-Rohrwendel (5) mit axial voneinander beabstan-

deten Windungen gebildet ist, wobei sie mit ihrer radial inneren Windungsfläche dicht mit dem Sammelbehälter und mit ihrer radial äußeren Windungsfläche dicht mit dem Sammlergehäuse verbunden ist, und

- der andere Wärmeübertragerkanal von dem Wendelzwischenraum (6) gebildet ist, der axial von den beabstandeten Rohrwendelwindungen (5), radial nach innen vom Sammelbehälter (2) und radial nach außen vom Sammlergehäuse (1) begrenzt wird.

3. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach Anspruch 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß

- der Sammelbehälter (2) oben offen ist,
- der zweite Strömungskanal (6) zwischen dem oben offenen Sammelbehälterbereich und einem auf Höhe des unteren Sammelbehälterbereichs oder tiefer liegenden, zugehörigen Gehäuseanschluß (8) verläuft und
- der Sammelbehälter in einem unteren, mit dem zweiten Strömungskanal in Verbindung stehenden Bereich mit einer oder mehreren Ölabsaugbohrungen (9) versehen ist.

4. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach Anspruch 2 oder 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand des Sammelbehälters (2a) eine an die angrenzende Wärmeübertrager-Rohrwendel (5) angepaßte Profilierung aufweist, durch die sie flächig gegen die Rohrwendelwindungen anliegt.

5. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach einem der Ansprüche 2 bis 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeübertrager-Rohrwendel (5a) eine außenseitige, oberflächenvergrößernde Profilierung aufweist.

6. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeübertragereinheit von einer Koaxialrohrwendel (12) gebildet ist, von der ein radial innerer Kanal (12a) den einen Wärmeübertragerkanal und ein radial äußerer Kanal (12b) den anderen Wärmeübertragerkanal bilden.

7. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Gehäuseeintritt (23) und der Gehäuseaustritt des ersten Strömungskanal (12) auf einer gemeinsamen Gehäuseseite (10b) angeordnet sind und der erste Strömungskanal vom Gehäuseeintritt oder Austritt mit einem geradlinigen Rohrabchnitt in den gegenüberliegenden Gehäusebereich geführt ist und dort in den zugehörigen wendelförmigen Wärmeübertragerkanal (12a) übergeht.

8. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach Anspruch 6 oder 7, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Koaxialrohrwendel (12) an einem Endbereich in einen U-förmigen Koaxialrohrabschnitt (27) übergeht, der sich radial innerhalb des Wendelbereichs befindet.

9. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach einem der Ansprüche 6 bis 8, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Koaxialrohrwendel (12) im Inneren des Sammelraums (11) angeordnet ist und ihr radial äußerer Kanal (12b) den zweiten Wärmeübertragerkanal bildet und am einen Ende im oberen Sammelraumbereich endet, während ihr innerer Kanal (12a) beidseits bis zu einem zugehörigen Gehäuseeintritt bzw. Gehäuseaustritt weitergeführt ist.

10. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit nach Anspruch 9, weiter dadurch gekennzeichnet, daß

der radial äußere Kanal (12b) der Koaxialrohrwendel (12) über eine oder mehrere Ölabsaugbohrungen (17) mit dem unteren Sammelraumbereich in Verbindung steht.

11. Integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit 5
nach einem der Ansprüche 1 bis 10, weiter dadurch gekennzeichnet, daß Sammelraumzufuhrmittel (25, 25a) vorgesehen sind, die das im Sammelraum zwischenzuspeichernde Wärmeübertragungsmedium mit einer tangentialen Strömungskomponente dem Sammelraum 10 (11) zuführen.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

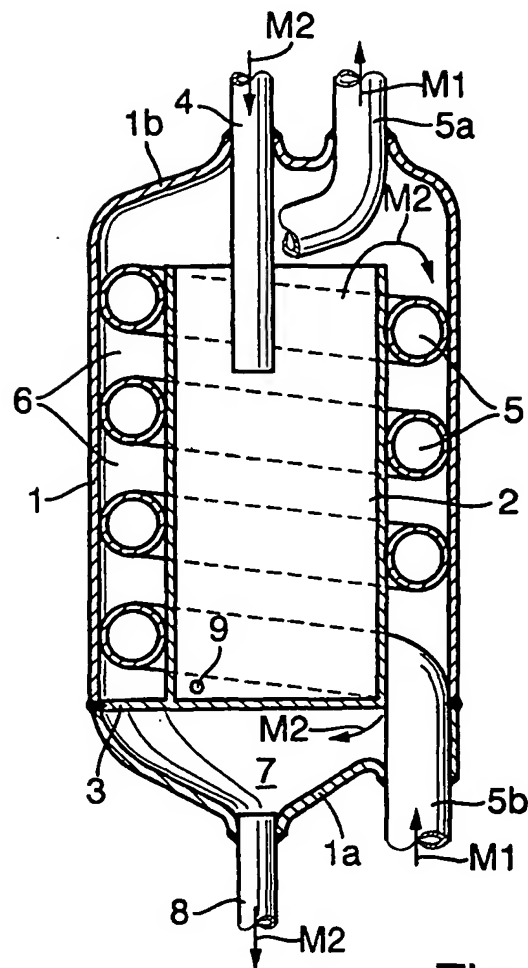


Fig. 1

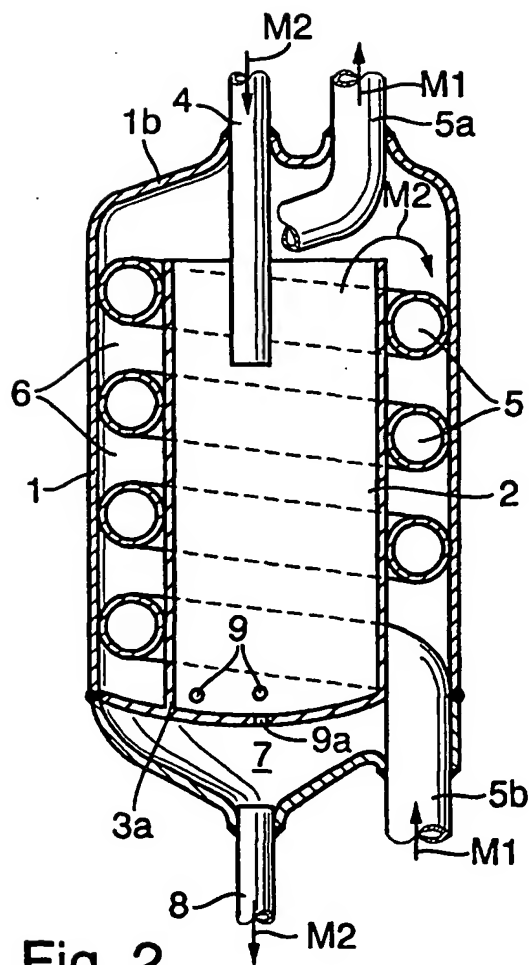


Fig. 2

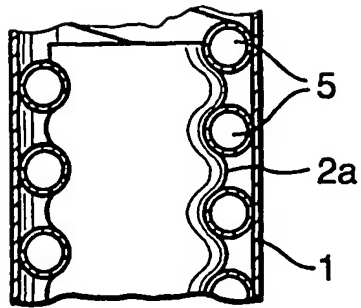


Fig. 3

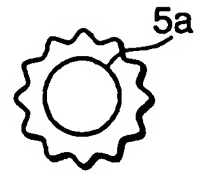


Fig. 4

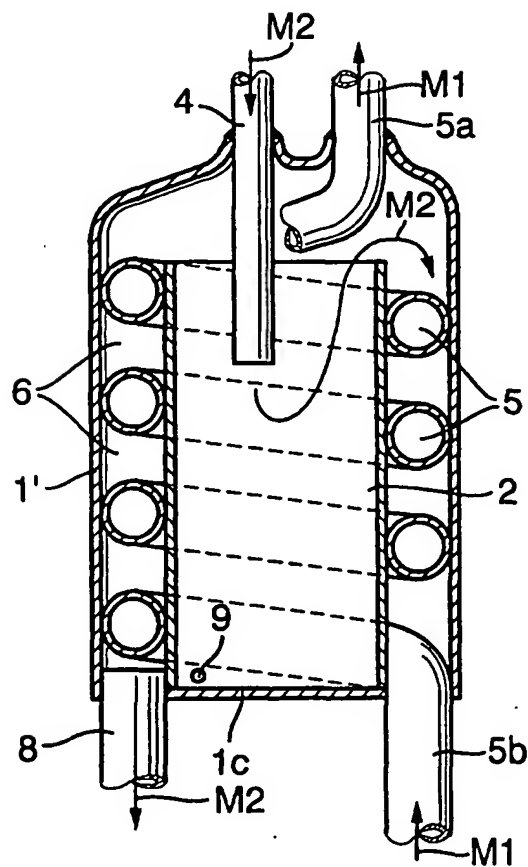


Fig. 5

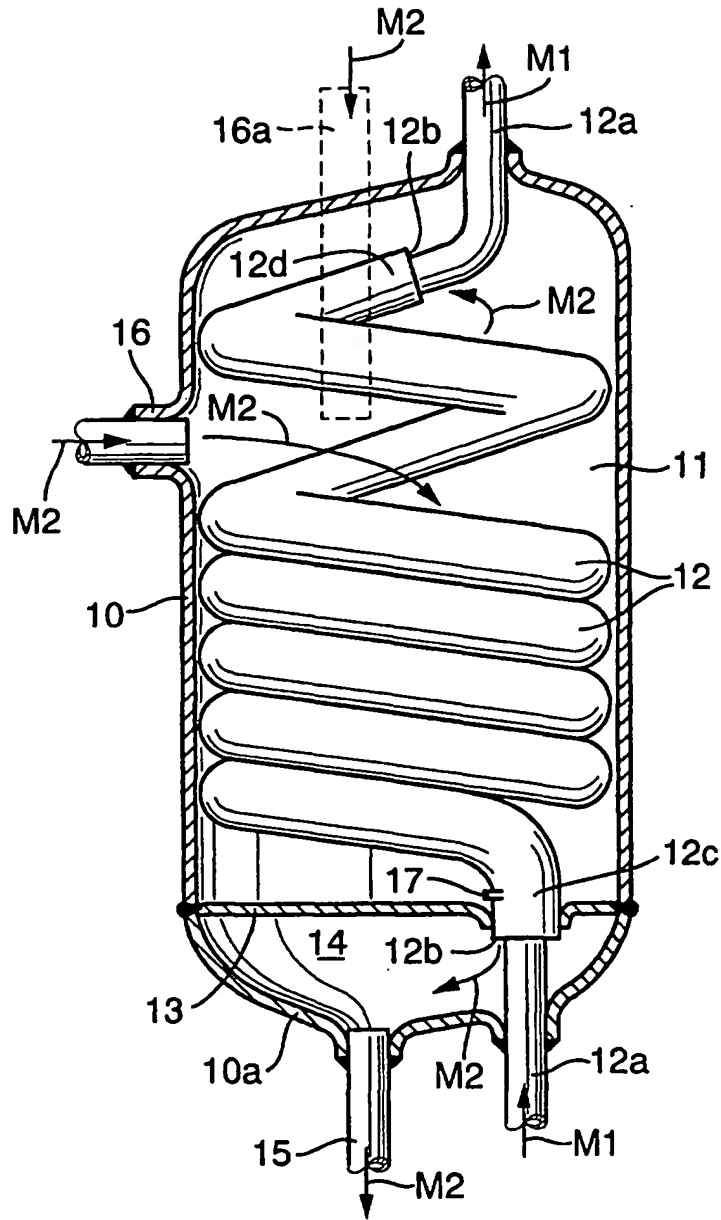


Fig. 6

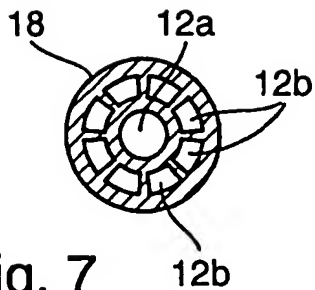


Fig. 7

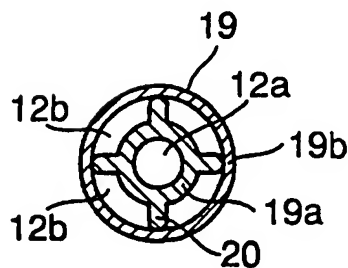


Fig. 8

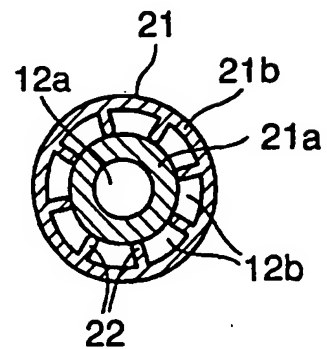


Fig. 9

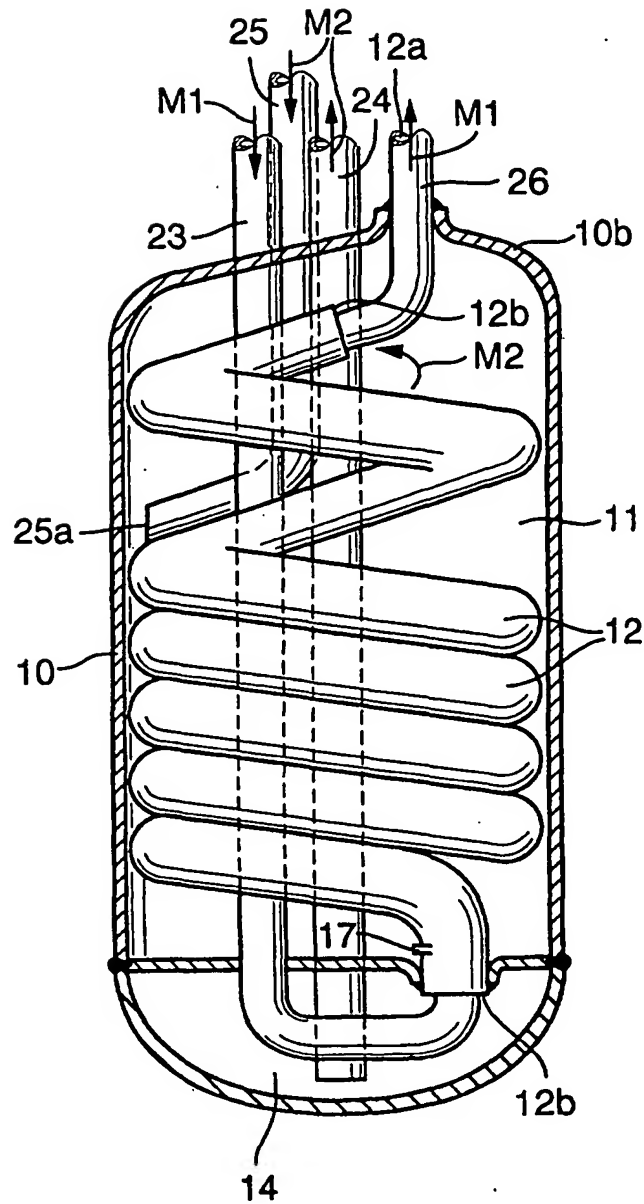


Fig. 10

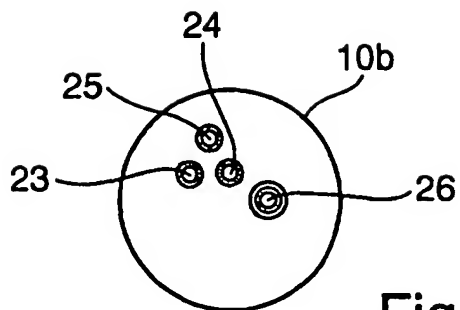


Fig. 11

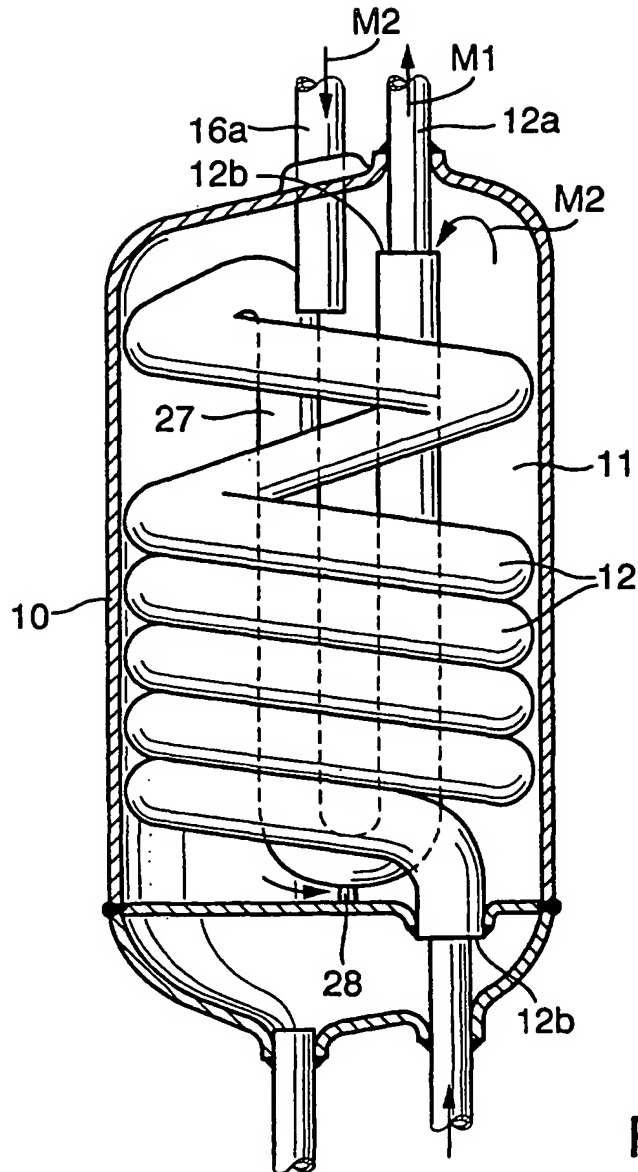


Fig. 12

2/9/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013334812 **Image available**
WPI Acc No: 2000-506751/ 200046
XRPX Acc No: N00-374738

Integrated heat exchanger has coiled secondary tubing within concentric walls and a primary circuit passing over the tubing.
Patent Assignee: FORD WERKE AG (FORD); BEHR GMBH & CO (BHRT)
Inventor: DIENHART B; KRAUSS H; MITTELSTRASS H; STAFFA K; WALTER C; KRAUSS H J; STAFFA K H

Number of Countries: 023 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week	
DE 19903833	A1	20000803	DE 1003833	A	19990201	200046	B
FR 2789159	A1	20000804	FR 2000576	A	20000118	200046	
WO 200046558	A1	20000810	WO 99DE3989	A	19991215	200046	
JP 2000227289	A	20000815	JP 99352930	A	19991213	200054	
AU 200022772	A	20000825	AU 200022772	A	19991215	200059	
EP 1068478	A1	20010117	EP 99966865	A	19991215	200105	
			WO 99DE3989	A	19991215		
US 6298687	B1	20011009	US 2000496215	A	20000201	200162	

Priority Applications (No Type Date): DE 1003833 A 19990201

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19903833	A1		12	F25B-043/00	
FR 2789159	A1			F25B-043/00	
WO 200046558	A1	G		F25B-043/00	
Designated States (National): AU CA					
Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE					
JP 2000227289	A		9	F28D-007/10	
AU 200022772	A			F25B-043/00	Based on patent WO 200046558
EP 1068478	A1	G		F25B-043/00	Based on patent WO 200046558
Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE					
US 6298687	B1			F25B-041/00	

Abstract (Basic): DE 19903833 A1

NOVELTY - A housing (1) contains an inner vessel (2) through which refrigerant vapor (M2) is passed to enter the space (6) between the walls of the vessels in which is the coiled tubing (5) of the heat exchanger flow (M1). A base (3) enables draining of liquid through a hole (9).

USE - For vehicle air conditioning systems.

ADVANTAGE - Compact construction and improved efficiency.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a section through the unit.

Housing (1)
Refrigerant collection chamber (2)
Base (3)
Tubing (5)
Primary path (6)
Drain hole (9)
Secondary circuit (M1)

Primary circuit (M2)

pp; 12 DwgNo 1/12

Title Terms: INTEGRATE; HEAT; EXCHANGE; COIL; SECONDARY; TUBE; CONCENTRIC;
WALL; PRIMARY; CIRCUIT; PASS; TUBE

Derwent Class: Q12; Q75; Q78; X22; X25

International Patent Class (Main): F25B-041/00; F25B-043/00; F28D-007/10

International Patent Class (Additional): B60H-001/32; F28D-001/06;
F28D-007/02; F28D-007/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-J02E; X25-L07